



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)  
ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

(подпись)

А.А. Кравченко

(ФИО)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента управления на основе данных  
(Data Driven Management Department)

(подпись)

А.А. Кравченко

(И.О. Фамилия)

«23» ноября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Исследование операций  
Направление подготовки 38.03.01 Экономика  
Бизнес-информатика  
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 38.03.01 Экономика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 12.08.2020 г. №954

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department) протокол от «23» ноября 2022 г. № 03.

Директор Департамента управления на основе данных  
(Data Driven Management Department)

канд. экон. наук, доцент А.А. Кравченко

Составители:

канд. экон. наук, доцент И.С. Хан

Владивосток  
2022

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department) и утверждена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department) и утверждена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department) и утверждена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department) и утверждена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department) и утверждена на заседании Департамента управления на основе данных (Data Driven Management Department), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_

## **Аннотация дисциплины**

### *Исследование операций*

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы /144 академических часов. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 36 часов, практических 36 часов, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 72 часов (в том числе 45 часов на подготовку к экзамену).

Язык реализации: русский.

#### **Цель дисциплины:**

– изучение и освоение базового инструментария математической оптимизации и решения экстремальных задач, типичных и характерных для современной профессиональной социально – экономической и управленческой деятельности. А также приобретение теоретических и практических навыков, необходимых для оптимизационного моделирования различных возможных проблемных ситуаций с последующей постановкой и решением соответствующих оптимизационных задач, дающих эффективные варианты решения проблемы.

#### **Основные задачи:**

- формирование знаний базовых разделов математического программирования, необходимых для успешного применения в профессиональной социально – экономической и управленческой деятельности.
- дать представление о наиболее распространённых математических методах, используемых в современных экономико-математическом моделировании и оптимизации.
- сформировать навыки решения прикладных микроэкономических проблем при помощи математических методов оптимизации.

- научить интерпретировать результаты экономико-математического моделирования и применять их для обоснования хозяйственных и управленческих решений.

- освоение базовых методов оптимизационного моделирования и решения адекватных оптимизационных задач в различных информационных средах с разной степенью полноты и совершенства информации.

- сформировать основу для дальнейшего самостоятельного изучения методов математической оптимизации и моделирования в процессах профессиональной деятельности.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1.1 (Описывает задачи профессиональной деятельности, используя профессиональную терминологию и модели экономической науки), ОПК-1.2 (Применяет корректные модели и методы для решения прикладных задач), ОПК-3.2 (Анализирует экономические процессы и явления на микро- и макроуровне), ПК-1 (Способен при решении профессиональных задач анализировать социально-экономические проблемы и процессы с применением методов системного анализа, естественнонаучных дисциплин и математического моделирования), ПК-5.3 (Способен применять к решению прикладных задач базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы), полученные в результате изучения дисциплин: Линейная алгебра, Математический анализ, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория игр, Дискретная математика, Основы программирования для экономистов, Микроэкономика.

После курса «Исследование операций» обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как Математические методы принятия решений, Моделирование бизнес-процессов, Оптимизация бизнес-процессов, Расчет экономической эффективности IT-проектов, Оптимальное управление,

Проектная деятельность, Практика создания бизнеса, Производственная практика. Научно-исследовательская работа (Преддипломная практика), формирующих компетенции УК-10.2, ОПК-4.1, ПК-1.3, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК - 1 Способен при решении профессиональных задач анализировать социально-экономические проблемы и процессы с применением методов системного анализа, естественнонаучных дисциплин и математического моделирования	ПК-1.1 Способен выбрать, использовать и формулировать математические и инструментальные методы при решении теоретических и прикладных задач.	Знает: теоретические основы, современные методы и инструментарий исследования операций
			Умеет: использовать методы и инструментарий исследования операций для решения типовых оптимизационных задач при математическом моделировании в профессиональной деятельности.
			Владеет: навыками и методами для решения типовых экстремальных при моделировании социально-экономических процессов.
		ПК-1.2 Способен выбрать математические и инструментальные средства для обработки экономических данных, проанализировать полученные результаты и обосновать	Знает: основные математические и инструментальные средства для обработки и анализа экономических данных. Умеет: использовать основные математические и инструментальные средства для

		полученные выводы, сделать прогноз.	оптимизации и анализа результатов.
			Владеет: навыками использования математических и инструментальных средства для анализа и оптимизации экономических процессов.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Исследование операций» применяются следующие дистанционные образовательные технологии и методы активного обучения: лекции-презентации, «мозговой штурм», работа в малых группах, выполнение групповых и индивидуальных творческих заданий, индивидуальные он-лайн консультации.

## **I. Цели и задачи освоения дисциплины:**

### **Цель дисциплины:**

– изучение и освоение базового инструментария математической оптимизации и решения экстремальных задач, типичных и характерных для современной профессиональной социально – экономической и управленческой деятельности. А также приобретение теоретических и практических навыков, необходимых для оптимизационного моделирования различных возможных проблемных ситуаций с последующей постановкой и решением соответствующих оптимизационных задач, дающих эффективные варианты решения проблемы.

### **Основные задачи:**

- формирование знаний базовых разделов математического программирования, необходимых для успешного применения в

профессиональной социально – экономической и управленческой деятельности.

- дать представление о наиболее распространённых математических методах, используемых в современных экономико-математическом моделировании и оптимизации.

- сформировать навыки решения прикладных микроэкономических проблем при помощи математических методов оптимизации.

- научить интерпретировать результаты экономико-математического моделирования и применять их для обоснования хозяйственных и управленческих решений.

- освоение базовых методов оптимизационного моделирования и решения адекватных оптимизационных задач в различных информационных средах с разной степенью полноты и совершенства информации.

- сформировать основу для дальнейшего самостоятельного изучения методов математической оптимизации и моделирования в процессах профессиональной деятельности.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1.1 (Описывает задачи профессиональной деятельности, используя профессиональную терминологию и модели экономической науки), ОПК-1.2 (Применяет корректные модели и методы для решения прикладных задач), ОПК-3.2 (Анализирует экономические процессы и явления на микро- и макроуровне), ПК-1 (Способен при решении профессиональных задач анализировать социально-экономические проблемы и процессы с применением методов системного анализа, естественнонаучных дисциплин и математического моделирования), ПК-5.3 (Способен применять к решению прикладных задач базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы), полученные в результате изучения дисциплин: Линейная алгебра, Математический анализ, Теория вероятностей и математическая статистика,

Теория игр, Дискретная математика, Основы программирования для экономистов, Микроэкономика.

После курса «Исследование операций» обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как Математические методы принятия решений, Моделирование бизнес-процессов, Оптимизация бизнес-процессов, Расчет экономической эффективности IT-проектов, Оптимальное управление, Проектная деятельность, Практика создания бизнеса, Производственная практика. Научно-исследовательская работа (Преддипломная практика), формирующих компетенции УК-10.2, ОПК-4.1, ПК-1.3, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций, индикаторов достижения компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Профессиональные компетенции	ПК - 1 Способен при решении профессиональных задач анализировать социально-экономические проблемы и процессы с применением методов системного анализа, естественнонаучных дисциплин и математического	ПК-1.1 Способен выбрать, использовать и формулировать математические и инструментальные методы при решении теоретических и прикладных задач.	Знает: теоретические основы, современные методы и инструментарий исследования операций
			Умеет: использовать методы и инструментарий исследования операций для решения типовых оптимизационных задач при математическом моделировании в профессиональной деятельности.
			Владеет: навыками и методами для решения типовых экстремальных при моделировании социально-экономических процессов.



	моделирования	ПК-1.2 Способен выбрать математические и инструментальные средства для обработки экономических данных, проанализировать полученные результаты и обосновать полученные выводы, сделать прогноз.	Знает: основные математические и инструментальные средства для обработки и анализа экономических данных.
			Умеет: использовать основные математические и инструментальные средства для оптимизации и анализа результатов.
			Владеет: навыками использования математических и инструментальных средств для анализа и оптимизации экономических процессов.

## II. Трудоёмкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 академических часов).

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Контр оль	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Ла б	Пр	О К	СР		
	<b>Раздел 1</b> Дополнительные главы теории игр.		8		8		1		
	Тема 1 Задачи и методы теории кооперативных игр.		4		4				
	Тема 2 Элементы теории механизмов. Задачи о стабильных мэтчингах.		4		4				
	<b>Раздел 2.</b> Элементы линейного программирования. Базовые и специальные задачи.		12		12		2		

	Тема 3 Введение. Базовая задача линейного программирования (ЛП). Свойства и основные методы решений.		3		3				
	Тема 4. Теория двойственности в ЛП и анализ чувствительности. Двойственный СМ.		2		2				
	Тема 5. Транспортная задача. Содержательные примеры прикладных задач ЛП.		3		3				
	Тема 6. Специальные задачи ЛП. Параметрическое и дробно – линейное программирование.		3		3				
	<b>Раздел 3. Элементы математического и выпуклого программирования</b>		9		9		2		
	Тема 7. Теоретические основы и базовые понятия математического программирования (МП)		3		3				
	Тема 8. Необходимые условия оптимальности Куна – Такера (УКТ) и их рабочие формы		2		2				
	Тема 9. Задачи выпуклого программирования. Теория и приложения.		4		4				
	<b>Раздел 4. Элементы динамического программирования</b>		7		7		2		
	Тема 10. Модель, постановка дискретной задачи динамического программирования (ДП) и метод её решения.		2		2				
	Тема 11. Реализация метода ДП в задачах с непрерывными и табличными переменными и функциями критериев.		5		5				
	Итого:		36		36		9	27	экзамен

\*онлайн курс \*\* указать часы из УП \*\*зачет/экзамен

### III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

#### Раздел I. Дополнительные главы теории игр. (8 ч.)

##### Тема 1. Задачи и методы теории кооперативных игр (4 час.)

Элементы, концепции и модели теории кооперативных игр, моделирование распределения затрат, прибылей, общественных благ, долей рынка и других кооперативных задач. Коалиции и характеристические функции игры  $n$  лиц, определения. Экономический смысл и свойства моделирования кооперативного эффекта, индивидуальная и коллективная рациональность. Концепции решения кооперативных игр, оптимальные исходы.  $S$  – ядра и их свойства. Принцип оптимальности Шепли, вектор Шепли, аксиоматическое построение. Аксиомы индивидуальной и

коллективной рациональности в конструировании решений игры. Функция и разные варианты вычисления вектора Шепли. Определения "силы" влияния при принятии корпоративных решений.

## **Тема 2. Элементы теории механизмов. Задачи о стабильных мэтчингах. (4 ч.)**

Дизайн механизмов и стимулов для достижения желаемых целей. Цели дизайна механизмов. Оптимальные механизмы и их принципы. Принципы выявления, и совместимости стимулов. Реализация механизма. Равновесия и типы механизмов. Прикладные задачи дизайна механизмов. Задача об устойчивых паросочетаниях (мэтчингах) (ЗУП) в двусторонней модели брачного рынка. Базовая постановка. Алгоритм Гейла – Шепли. Обобщенные постановки (неполные списки, и др.), сведение к базовой. Примеры. Обобщённая модель свадебного рынка, обобщённые мэтчинги. Алгоритм Гейла – Шепли для обобщённой задачи. Задача о распределении абитуриентов. Постановка, сведение к базовой ЗУП. Алгоритм решения. Свойства Алгоритма Гейла – Шепли. Достижимость агентов, сравнение мэтчингов. Стратегическое манипулирование. Задача об устойчивом расселении по комнатам (ЗУРК). Постановка. Односторонние рынки перераспределения благ. Постановка задачи перераспределения домов (ЗПД). Алгоритм главных циклов: шаги и свойства.

## **Раздел II. Элементы линейного программирования. Базовые и специальные задачи. (12 ч.)**

### **Тема 3. Введение. Базовая задача линейного программирования (ЛП). Свойства и основные методы решений (4 ч.) .**

Предмет и назначение курса. Система принятия решений как комплекс задач математического моделирования и оптимизации. Использование математических моделей для описания поведения экономических агентов. Оптимизация как способа описания рационального поведения. Теория оптимизации и методы выбора экономических решений. Общая

формулировка задачи линейного программирования (ЗЛП). Примеры ЗЛП в рамках экономических моделей. Стандартная, каноническая и другие формы представления задачи ЛП и сведение к ним. Свойства допустимого множества и оптимального решения в задаче ЛП. Основные представления о методах решения задач ЛП, основанных на направленном переборе вершин (симплекс-метод и др.). Графический метод решения задач линейного программирования, особые случаи и отсутствие решения ЗЛП. Симплексный метод (СМ) решения ЗЛП. Метод искусственного базиса. Решение ЗЛП с помощью Excel и других IT- средств.

#### **Тема 4. Теория двойственности в ЛП и анализ чувствительности. Двойственный СМ. (2 ч.).**

Двойственность в линейном программировании, правило построения двойственных задач. Экономическая интерпретация задачи, двойственной к исходной задаче об оптимальном использовании ограниченных ресурсов. Теоремы двойственности и их использование. Двойственный симплекс-метод. Математический и экономический смысл двойственных переменных, их использование в анализе оптимального плана. Анализ чувствительности. Условия устойчивости выражения прироста целевой функции в зависимости от изменения ресурсов.

#### **Тема 5. Транспортная задача. Содержательные примеры прикладных задач ЛП (3 ч.)**

Экономико-математическая модель и постановка транспортной задачи (ТЗ), ее модификации. Свойства решений ТЗ. Метод потенциалов и алгоритм решения. Сведение сетевых задач к ТЗ. Виды ТЗ в ЛП. Задача о назначениях, алгоритм решения. Общие схемы составления модели и оптимизационной задачи линейного программирования (ЛП) по описанию экономической проблемы. Транспортные задачи ЛП с промежуточными пунктами и дополнительными условиями. Примеры моделирования и решения "нетранспортных" проблем с помощью транспортной задачи (ЛП), кадровые задачи, финансовые транзакции, производственные динамические задачи.

Составление расписаний в планировании транспортных перевозок. Оптимизационные модели увеличения операционной прибыли за счёт изменения технологических норм, проблемы выбора критериев и адекватной диагностики отклонений от целевых показателей. Элементы теории графов и сетей. Сведение оптимизационных задач на графах и сетях к задачам ЛП.

### **Тема 6. Специальные задачи ЛП. Параметрическое и дробно – линейное программирование ( 4 ч.).**

Задачи параметрического линейного программирования (ПЛП), графическая интерпретация, примеры. Формы и постановки задач параметрического линейного программирования. Геометрическая интерпретация различных задач с двумя переменными. Понятие и определения решения задач параметрического ЛП. Задачи ЛП с параметром в коэффициентах целевой функции, принцип и этапы решения, использования симплекс-таблиц. Задачи ЛП с параметром в правых частях ограничений, принцип и алгоритм решения, использование двойственного симплекс-метода. Задачи ЛП с параметром в целевых функциях и правых частях ограничений, принцип и алгоритм решения. Случаи бесконечного множества решений. Случаи нелинейной зависимости от параметров в задачах ЛП. Постановка задачи дробно-линейного программирования (ДЛП). Геометрическая интерпретация и решение для двух переменных. Множества уровня. Сведение задачи ДЛП к задаче ЛП; не эквивалентность двух задач. Экономические интерпретации. Асимптотические экстремумы в задачах ДЛП. Нахождение приближительных решений.

### **Раздел III. Элементы математического и выпуклого программирования (9 ч.)**

#### **Тема 7. Теоретические основы и базовые понятия математического программирования (МП) (3 ч. )**

Градиент и производная по направлению функции нескольких

переменных. Градиент функции и множество её уровня, геометрические и математические свойства взаимной конфигурации. Основные постановки задач математического программирования (МП), геометрические интерпретации, экономические примеры. Экстремумы: локальные и глобальные, условные и безусловные. Геометрия линий уровня. Схемы решения простых задач МП. Проблема необходимых условий, граничные и внутренние точки допустимых множеств, локальность и глобальность. Теорема Веерштрасса. Существенность нелинейности. «Регулярные» и «нерегулярные» точки допустимых множеств задач МП.

### **Тема 8. Необходимые условия оптимальности Куна – Такера (УКТ) и их рабочие формы (2 час.)**

Функция Лагранжа задачи МП, множители Лагранжа. Классические необходимые условия Куна – Такера для задач МП в стандартной форме, запись в матричной форме. УКТ в форме Рабочего критерия, система уравнений. Геометрическая интерпретация УКТ. Роль регулярности допустимых векторов. Экономический и математический смысл оптимальных значений множителей Лагранжа. УКТ для задачи ЛП: выводы анализа. Седловые точки функция Лагранжа, достаточные условия оптимальности. Теорема о минимаксе в общем случае произвольной функции. Метод множителей Лагранжа как частный случай УКТ. Элементы многозначных отображений, теоремы о неподвижных точках.

### **Тема 9. Задачи выпуклого программирования. Теория и приложения (4 ч.)**

Выпуклые множества, свойства. Выпуклые и вогнутые функции, свойства, примеры. Экономическая интерпретация вогнутости и выпуклости, появление выпуклых множеств в моделях экономике. Достаточные условия существования седла. Задачи выпуклого программирования (ЗВП). теорема о глобальности локальных экстремумов. Теоремы, примеры и основное свойство о достаточности УКТ. Задача ЛП как частный случай ЗВП. Задача квадратичного программирования, сведение к задаче ЛП. Основные

оптимизационные задачи ВП с вогнутыми производственными функциями. Функции спроса, затрат и потребления. Зависимость от параметров, теорема об огибающей. Сравнительная статика потребления и производства, уравнение Слуцкого.

#### **Раздел IV. Элементы динамического программирования (7 ч.)**

##### **Тема 10. Модель, постановка дискретной задачи динамического программирования (ДП) и метод её решения (2 час.)**

Элементы и структура модели проблемы для решения методом ДП. Постановка дискретной задачи ДП. Фазовые переменные, управления, уравнения динамики процесса, траектория, графическое представление. Принцип оптимальности Беллмана, запись уравнений Беллмана для каждого периода. Общая схема решения задач ДП, прямой и обратный ход расчётов. Простейшие примеры.

##### **Тема 11. Реализация метода ДП в задачах с непрерывными и табличными переменными и функциями критериев (5 ч.).**

Базовые задачи с непрерывными фазовыми и управляющими переменными и функциями критериев. Реализация метода ДП. Задачи оптимальной эксплуатации восстанавливаемых ресурсов, технологического оборудования и инвестирования производств. Примеры прямого вывода аналитической формы функций Беллмана и функций управления. Расчёт величин в процедурах прямой и обратной итераций. Формулировки математических и экономических смыслов всех функций и величин. Зависимость решений от параметров и начальных данных. Базовые задачи с дискретными фазовыми и управляющими переменными, особенности реализации метода ДП в задачах с дискретными переменными и функциями критериев, заданных таблично. Задачи оптимального инвестирования предприятий, алгоритмы решения. Оптимальная эксплуатация оборудования с табличными функциями, различные критерии оптимальности и способы задания условий. Схема решения задачи оптимальной эксплуатации

оборудования методом ДП. Графические формы задач, решаемых методом ДП. Задачи об оптимальной схеме продажи экономического актива в стохастической среде, решение её методом ДП, аналоги функций Беллмана, критерии с математическим ожиданием. Запись управлений и соответствующих траекторий.

#### **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

##### **Практические занятия (36 часов).**

##### **Занятие 1. Задачи и методы теории кооперативных игр (4 часа)**

1. Построение характеристических функций кооперативных игр в моделировании олигополических рынков.
2. Нахождение эквивалентной  $(0,1)$ - редуцированной формы для несущественных кооперативных игр.
3. Поиск решений из  $C$  – ядра.
4. Нахождение вектора Шепли.
5. Использование для расчётов вектора Шепли комбинаторно - вероятностной интерпретации.
6. Примеры прикладных игр с вектором Шепли.

##### **Занятие 2. Методы и алгоритмы решения задач о стабильных мэтчингах. (4 ч. )**

1. Задачи о марьяжах. Постановки.
2. Устойчивые паросочетания.
3. Реализация алгоритмов Гейла – Шепли.
4. Обобщенные постановки (неполные списки, и др.), сведение к базовой.
5. Задача о распределении абитуриентов. Алгоритм решения.
6. Односторонние рынки перераспределения благ. Постановка задачи перераспределения домов (ЗПД).
7. Алгоритм главных циклов: шаги и свойства.



### **Занятие 3. Контрольная работа № 1 (2 часа).**

Нахождение  $C$  – ядра и решений. Вычисление вектора Шепли.

Нахождение устойчивых мэчтингах в двусторонней модели брачного рынка.

Задача о распределении абитуриентов. Алгоритм главных циклов: шаги и свойства.

### **Занятие 4. Свойства и основные методы решения задач линейного программирования решений (3 часа).**

1. Графический метод решения. Все этапы и анализ в разных случаях.
2. Базисные решения системы линейных уравнений с бесконечным числом решений.
3. Симплекс - метод решения ЗЛП. Все шаги алгоритма
4. Диагностика важных случаев при реализации симплекс - метода.
5. Метод искусственного базиса нахождения начального плана.
6. Матричная запись симплексных преобразований.
7. Моделирование и составление ЗЛП для конкретных экономических ситуаций.

### **Занятие 5. Запись и решение двойственных задач ЗЛП. Анализ на чувствительность и оценки ресурсов (2 ч. ).**

1. Запись и решение двойственных задач ЛП.
2. Решение двойственных задач ЗЛП на основе теории двойственности.
3. Анализ на чувствительность решений ЗЛП.
4. Оценка реакции дохода на изменения ресурсов.
5. Двойственные переменные в симплекс - методе.
6. Двойственный симплекс метод.
7. Выдача и обсуждение ИДЗ №1

### **Занятие 6. Транспортная задача. Содержательные примеры моделирования и решения. (2 часа).**

1. Постановки транспортной задачи (ТЗ).Свойства.
2. Нахождения начального опорного плана в ТЗ.
3. Условия оптимальности опорного плана в ТЗ.

4. Метод потенциалов решения ТЗ. Все шаги алгоритма.
5. Задача о назначениях и алгоритм её решения.
6. Специальные случаи и сведение к ТЗ других оптимизационных задач.
7. Общая схема моделирования, приводящего к задачам ЛП.
8. Примеры нетривиального моделирования, приводящего к транспортной задаче ЛП.
9. Выдача ИДЗ №2

**Занятие 7. Задачи параметрического и дробно - линейного программирования (4 час.)**

1. Постановки задач параметрического ЛП.
2. Геометрическая интерпретация и графическое решение задач с двумя переменными.
3. Задачи ЛП с параметром в коэффициентах целевой функции, этапы решения с использованием симплекс-таблиц.
4. Задачи ЛП с параметром в правых частях ограничений, алгоритм решения, использование двойственного симплекс-метода.
5. Случаи нелинейной зависимости от параметров в задачах ЛП.
6. Дробно-линейные задачи ЛП, геометрическая интерпретация.
7. Сведение дробно-линейных задач к задачам ЛП.
8. Асимптотические экстремумы в задачах ДЛП. Нахождение приближительных решений.
9. Выдача и обсуждение ИДЗ № 3.

**Занятие 8. Задачи и примеры на усвоение базовых элементов математического программирования (3 час.)**

1. Градиент и производная по направлению функции нескольких переменных.
2. Градиент функции и множество её уровня, геометрические и математические свойства взаимной конфигурации.
3. Основные постановки задач математического программирования (МП), геометрические интерпретации, экономические примеры.

4. Локальные и глобальные, условные и безусловные экстремумы и линии уровня.

5. Решения простых нелинейных задач МП.

6. Проверка регулярности точек допустимых множеств задач МП.

7. Примеры значимости нелинейности задач МП.

### **Занятие 9. Необходимые условия оптимальности Куна – Такера (УКТ) и их рабочие формы (2 ч.)**

1. Функция Лагранжа и классические необходимые условия Куна – Такера для задач МП в стандартной форме.

2. Запись УКТ в матричной форме.

3. УКТ в форме Рабочего критерия, система уравнений. Геометрическая интерпретация.

4. Экономический и математический смысл оптимальных значений множителей Лагранжа.

5. Задача оптимальной динамики монополистического производства при разных зависимостях между спросом и предложением.

6. Седловые точки функция Лагранжа.

7. Метод множителей Лагранжа как частный случай УКТ.

8. Теорема о минимаксе в общем случае произвольной функции.

9. Выдача и обсуждение ИДЗ № 4.

### **Занятие 10. Задачи выпуклого программирования (3 ч.)**

1. Свойства выпуклых множеств.

2. Выпуклые и вогнутые функции, свойства, примеры, идентификация.

3. Достаточные условия существования седла, вычисления.

4. Задачи выпуклого программирования, идентификация.

5. Задача квадратичного программирования, сведение к задаче ЛП.

6. Решение основных оптимизационных задач ВП с вогнутыми производственными функциями.

### **Занятие 11. Контрольная работа по темам линейного и нелинейного программирования (2 час.)**

Сведение задач к задачам ЛП. Решение простейших задач ЛП с параметром. Решение простейших задач ДЛП. Запись и проверка УКТ в разных формах. Диагностика ЗВП. Решение задач квадратичного программирования.

**Занятие 12. Задачи на усвоение базовых элементов математической модели и задачи динамического программирования (ДП) (1 ч. ).**

1. Простые примеры построения моделей ДП по первичному описанию производственной проблемы, определение искомых переменных и параметров.
2. Формулировка оптимизационной задачи ДП. Построение целевой функции проблемного процесса.
3. Составление и запись динамических уравнений процесса. Расчёт траектории процесса для заданных управлений, графическое изображение.
4. Максимизация непрерывных функций в зависимости от параметров.
5. Примеры сведения статических задач оптимизации к динамическим задачам ДП.
6. Решение простейших задач ДП. Запись уравнений Беллмана.

**Занятие 13. Реализация метода ДП в задачах с непрерывными переменными и функциями критериев (2 ч..)**

1. Задачи оптимальной эксплуатации восстанавливаемых лесных ресурсов: моделирование, формулировка задачи ДП. Построение целевой функции и уравнений динамики.
2. Реализация обратной схемы итерации, решение уравнений Беллмана.
3. Аналитическое нахождение всех функций Беллмана.
4. Прямые итерации: нахождение оптимальных управлений и траектории.
5. Задачи оптимальной эксплуатации технологического оборудования, постановки и моделирование в разных условиях.
6. Решения задач оптимальной эксплуатации оборудования методом ДП.
7. Задачи оптимального инвестирования производств, случай двух отраслей.

8. Формулировки математических и экономических смыслов всех функций и величин.

9. Выдача и обсуждение ИДЗ № 4.

**Занятие 14. Решение задачи ДП с дискретными переменными и табличными функциями критериев (2 ч.)**

1. Задачи оптимального инвестирования нескольких предприятий, алгоритмы решения. Случаи немонотонных функций отдачи.

2. Задачи оптимальной эксплуатации оборудования с табличными функциями затрат, различные критерии оптимальности и способы задания условий.

3. Графическое представление схемы решения уравнений и нахождения функций Беллмана.

4. Задачи об оптимальной схеме продажи экономического актива и решение её методом ДП.

5. Аналоги функций Беллмана в стохастической среде, критерии с математическим ожиданием результата.

6. Выдача и обсуждение ИДЗ № 5.

**Занятие 13. Контрольная работа № 3 (1 ч.).**

Нахождение решений оптимизационных задач методом ДП. Запись функций Беллмана и уравнений ДП.

**V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства *	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация

1	Раздел №1 Дополнительные главы теории игр. Темы № 1 - 2	ПК-1.1, ПК-1.2 Способен выбрать, использовать и формулировать математические и инструментальные методы и средства при решении теоретических и прикладных задач. Обработать экономические данные, анализировать полученные результаты и обосновать выводы.	Знает основы решений в кооперативных играх. Находит ядро игры и вектор Шепли в типичных кооперативных играх. Знает Алгоритм Гейла – Шепли и умеет находить устойчивые мэтчинги в простых задачах.	ПР-2 №1, ПР-12 №1, ПР-7.	Вопросы к экзамену № 1-10
	Раздел №2 Элементы линейного программирования. Базовые и специальные задачи. Темы № 3 - 6	ПК-1.1, ПК-1.2 Способен выбрать, использовать и формулировать математические и инструментальные методы и средства при решении теоретических и прикладных задач. Обработать экономические данные, анализировать полученные результаты и обосновать выводы.	Знает основы линейного программирования. Базовые и специальные задачи. Умеет составлять, решать и анализировать основные задачи ЛП. Владеет алгоритмами решения задач параметрического и дробно – линейного программирования.	ПР-2 №1, ПР-7, ПР-11, ПР-12 №1.	Вопросы к экзамену № 11-17
	Раздел 3. Элементы математического и выпуклого программирования. Темы № 7-19	ПК-1.1, ПК-1.2 Способен выбрать, использовать и формулировать математические и инструментальные методы и средства при решении теоретических и прикладных задач. Обработать экономические данные, анализировать полученные результаты и обосновать выводы.	Знает основы математического и выпуклого программирования. Умеет проверять условия Куна – Такера для локальных экстремумов. Владеет анализом и алгоритмами решения задач выпуклого программирования.	ПР-2 №2, ПР-7, ПР-11, ПР-12 №2.	Вопросы к экзамену № 18-25
	Раздел 4. Элементы динамического программирования. Темы № 10 - 11	ПК-1.1, ПК-1.2 Способен выбрать, использовать и формулировать математические и инструментальные методы и средства при	Знает основы динамического программирования. Умеет записывать функции и уравнения Беллмана для решения	ПР-2 №2, ПР-7, ПР-11, ПР-12 №2.	Вопросы к экзамену № 26-33.

		решении теоретических и прикладных задач. Обработать экономические данные, анализировать полученные результаты и обосновать выводы.	оптимизационных задач. Владеет навыками использования алгоритма ДП для решения задач динамической оптимизации.		
	Экзамен			-	УО-1, ПР-2

\* Рекомендуемые формы оценочных средств: 1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); 2) технические средства контроля (ТС); 3) письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6).и т.п. (список может быть дополнен в соответствии со спецификой ОПОП и внутренней нормативной документацией ДВФУ).

## **VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;

- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
- поиск информации по теме, с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
- выполнение домашних контрольных работ;
- выполнение тестовых заданий, решение задач;
- составление кроссвордов, схем;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- заполнение рабочей тетради;
- написание эссе, курсовой работы;
- подготовка к деловым и ролевым играм;
- составление резюме;
- подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

## **VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Л. Акулич. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:Lan-2027&theme=FEFU>



2. Балдин К. В., Математическое программирование / Балдин К.В., Брызгалов Н.А., Рукосуев А.В., - М.: Дашков и К, 2017. - 218 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/415097>
3. Гура Эйн-Я, Экскурс в теорию игр. Нетипичные математические сюжеты / Гура Э., Машлер М. - М.: Дело АНХ, 2017. - 320 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/982415>
4. Колобашкина Л. В. Основы теории игр: Учебное пособие / Колобашкина Л.В., - 4-е изд., (эл.) - М.: Лаборатория знаний, 2017. - 198 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/540959>
5. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике: учебное пособие для вузов / [Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин и др.]; под ред. Н. Ш. Кремера. – М.: Юрайт [ИД Юрайт], 2011. – 430 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:348020&theme=FEFU>
6. Лежнев А.В. Динамическое программирование в экономических задачах : учебное пособие для вузов / А. В. Лежнев. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 176 с. — Режим доступа:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:356808&theme=FEFU>

**Дополнительная литература**  
(печатные и электронные издания)

1. Горбатенко Е. Н., Экономико-математические методы в примерах и задачах: Учеб. пос. / А.Н.Гармаш, И.В.Орлова, Н.В.Концевая и др.; Под ред. А.Н.Гармаша - М.: Вуз. уч.: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 416с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/416547>
2. Зайцев М. Г., Методы оптимизации управления и принятия решений: Примеры, задачи, кейсы: Учебное пособие / Зайцев М.Г., Варюхин С.Е., - 4-е изд., испр. и доп. - М.:ИД Дело РАНХиГС, 2015. - 640 с.  
("Учебники Президентской Академии") - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog/product/546054>

3. Канатников А. Н., Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с. (Высшее образование: Бакалавриат) - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/350985>
4. Каштанов В.А., Исследование операций (линейное программирование и стохастические модели) : учебник / В.А. Каштанов, О.Б. Зайцева. — М. : КУРС, 2017. - 256 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1017099>
5. Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / В. А. Колемаев; под ред. В. А. Колемаева. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 592 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/391871>
6. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: Логос, 2011. – 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/469213>
7. Таха Хемди А. Введение в исследование операций = Operations Research: An Introduction. – М.: Вильямс, 2007. — 912 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:15549&theme=FEFU>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет»**

1. Электронная библиотека и базы данных ДВФУ .  
<http://dvfu.ru/web/library/elib>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
3. Электронно-библиотечная система «Научно-издательского центра ИНФРА-М» <http://znanium.com>
4. Электронно-библиотечная система БиблиоТех.  
<http://www.bibliotech.ru>

5. Электронный каталог научной библиотеки ДВФУ <http://ini-fb.dvgu.ru:8000/cgi-bin/gw/chameleon>
6. Научная библиотека КиберЛенинка: <http://cyberleninka.ru/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Microsoft Word
2. Microsoft Excel
3. Microsoft PowerPoint
4. КонсультантПлюс / Гарант
5. Microsoft Internet Explorer/ Mozilla Firefox/ Opera

## **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольных работ, домашних и индивидуальных расчётно – графических заданий.

Освоение дисциплины «Линейная алгебра» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Линейная алгебра» является экзамен.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ**

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### **Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Любая Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием	Мультимедийное оборудование.	Microsoft Office 365, Microsoft Teams.

## **X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Фонды оценочных средств представлены в приложении.